

Previsibilidade do Comportamento do Canal em Redes IEEE 802.11

Jeandro de M. Bezerra, Filipe Maciel, Rudy M. Braquehais,
Jorge Luiz C. e Silva, Joaquim Celestino Jr., Marcial P. Fernandez

¹Laboratório de Redes de Comunicação e Segurança da Informação (LARCES)
Universidade Estadual do Ceará (UECE)
Av. Paranjana 1700 - Itaperi
60740-903 Fortaleza, CE

{jeandro, filipe, rudy, jlcs, celestino, marcial}@larces.uece.br

***Abstract.** The Context-Aware applications, need adaptations to the environment in which they are inserted. For this reason, they need information about the devices and external factors. This work proposes a model to describe and to forecast, in real time, the channel behavior of WLAN IEEE 802.11 networks. The model evaluates the indicators of channel quality and, using a technique based on exponential smoothing, makes their forecast. The obtained results show that the proposed model outperform those from Trigg and Leach model.*

1. Introdução

Tem sido intensa a utilização das WLANs (*Wireless Local Area Network*) utilizando o padrão IEEE 802.11 [IEEE 1999]. Atualmente, as PWLANs (*Public WLANs*) fornecem acesso a altas taxas de transmissão ao público em geral sem custo para o usuário, estão tornando-se populares em campus universitários, aeroportos, hotéis e outros locais públicos. O fator de crescimento das tecnologias sem fio tem acarretado um aumento no uso de dispositivos móveis e alavancado uma demanda por aplicações sensíveis ao contexto mais sofisticadas que necessitam de informações do meio no qual estão inseridas. Em função das limitações do *hardware* dos dispositivos móveis, a economia de recursos, principalmente bateria [Fontes and Rezende 2004] e memória, tem exigido que as aplicações desenvolvidas sejam capazes de otimizar o uso deles fornecendo uma maior autonomia de funcionamento.

Por meio dos parâmetros que medem a qualidade da comunicação: a potência do sinal e a qualidade do enlace, os quais podem variar consideravelmente no decorrer do tempo e espaço, pode-se obter uma análise da qualidade da comunicação. Enquanto muitos trabalhos estão focados em análises do comportamento dos canais de comunicação sem fio como a proposta de [Couto and Loureiro 2005], a idéia deste trabalho é apresentar uma abordagem diferente, usando modelos matemáticos de previsão para prever o comportamento em tempo real dos referidos canais em intervalos de tempo curtos.

2. Alisamento Exponencial e suas Variantes

Uma grande classe de métodos de previsão, que tenta tratar ambas as causas de flutuações em séries temporais, é a do Alisamento Exponencial e suas variantes. Os métodos assim classificados efetuam a previsão do valor futuro da série temporal pelo alisamento

ou suavização das observações passadas da série de interesse. Destaca-se a seguir, sua forma mais simples, o alisamento exponencial e, em seguida, o procedimento chamado *Trigg & Leach* [Trigg and Leach 1967]. Finalmente o modelo proposto, o Alisamento Exponencial Adaptativo Natural (AEAN).

2.1. Alisamento Exponencial Simples (AES)

No AES as informações mais recentes são evidenciadas pela aplicação de um fator que determina essa importância. O argumento para o tratamento diferenciado das observações da série temporal é fundamentado na suposição de que as últimas observações contêm mais informações sobre o futuro e, portanto, são mais relevantes para a previsão. [Morettin and Toloi 2004] especificam o método AES através da equação 1:

$$\hat{Z}_{t+1} = \alpha Z_t + (1 - \alpha)\hat{Z}_t, \quad t = 1, \dots, N \quad (1)$$

onde \hat{Z}_{t+1} é o valor exponencialmente alisado (suavizado) e α é a constante de alisamento, $0 \leq \alpha \leq 1$.

O método AES é uma média ponderada que dá pesos maiores às observações mais recentes. Pode-se demonstrar que 1 se reduz a $\hat{Z}_{t+1} = \alpha e_t + \hat{Z}_t$, onde $e_t = Z_t - \hat{Z}_t$ é o erro de previsão a um passo. Assim, a nova previsão pode ser obtida da anterior adicionando-se um múltiplo do erro de previsão.

2.2. Alisamento Exponencial Adaptativo: Trigg & Leach (AEA)

Este método apresenta vantagens em relação ao AES, pois não necessita especificação da constante α . É adaptativo no sentido de possibilitar alteração no valor de α , quando ocorre mudança no padrão básico da série. O AEA baseia sua previsão no aumento e na diminuição da constante de alisamento. Quando o sistema está fora de controle, o método aumenta a constante (α_t próxima de 1), de modo a dar pesos maiores os dados mais recentes. Por outro lado, quando o sistema está sobre controle, a constante é diminuída (próxima de zero). [Trigg and Leach 1967] definem essa constante por:

$$\alpha_t = \left| \frac{E_t}{M_t} \right|, \quad t = 2, \dots, N. \quad (2)$$

onde $E_t = \beta e_t + (1 - \beta)E_{t-1}$, $M_t = |e_t| + (1 - \beta)M_{t-1}$, $\beta = 0, 1$ ou $0, 2$ e $e_t = Z_t - \hat{Z}_{t+1}$, ou seja, o erro de previsão no instante t .

Este método possui todas as vantagens do AES e a vantagem adicional de não ser necessário especificar a constante de alisamento.

2.3. Alisamento Exponencial Adaptativo Natural (AEAN)

O algoritmo proposto para realizar a previsão tem um comportamento adaptativo. O cálculo da previsão é realizado de acordo com a variação dos parâmetros: qualidade do enlace e potência do sinal recebidos pelo dispositivo móvel. Procurou-se com este método utilizar características do alisamento exponencial para construir um método que tem comportamento adaptativo e que ao mesmo tempo possui características do AES.

Em cada intervalo de tamanho S , é calculado o alisamento exponencial utilizando o valor de três α diferentes. A partir da análise da distorção das três sequências de previsões geradas, é escolhido o α da que possui o menor erro para ser utilizado na próxima iteração.

Os parâmetros passados para o algoritmo que utiliza o método AES são: uma constante C , que vai indicar a quantidade de variação de α a cada iteração, uma constante S , que vai indicar o número de elementos removidos da sequência a cada iteração, e o α inicial.

Algoritmo 1: Alisamento Exponencial Adaptativo Natural

Entrada: Série temporal Z
Dados: constante C , constante S e α inicial
Saída: Previsões e distorção
 Remova S elementos de Z ;
 Faça o alisamento esponencial usando α ;
enquanto Z não estiver vazio **faça**
 Remova S elementos de Z ;
 Faça alisamento esponencial usando α , $\alpha + C$, $\alpha - C$;
 Para as 3 previsões, calcule a distorções Δ_α , $\Delta_{\alpha+C}$, $\Delta_{\alpha-C}$;
 se $\Delta_\alpha \leq \Delta_{\alpha+C}$ e $\Delta_\alpha \leq \Delta_{\alpha-C}$ **então**
 | $\alpha \leftarrow \alpha$;
 fim
 senão
 | **se** $\Delta_{\alpha+C} \leq \Delta_{\alpha-C}$ **então**
 | $\alpha \leftarrow \alpha + C$;
 | **fim**
 | **senão**
 | $\alpha \leftarrow \alpha - C$;
 | **fim**
 fim
fim

3. Resultados

Para avaliar o método foram adotadas as situações de um ambiente real. Situações de obstruções, interferências geradas por fatores ambientais e a mobilidade foram consideradas. Os testes foram divididos em três ambientes de propagação. No primeiro, há uma linha de visada entre o transmissor e o receptor, é conhecido como LOS(line-of-sight). O segundo, onde há uma obstrução na linha de visada entre o transmissor e o receptor, é conhecido como NLOS(*non-line-of-sight*). O terceiro, o dispositivo se movimenta aleatoriamente no ambiente de testes, o prédio do Departamento de Estatística e Computação da UECE com uma área em torno de 400 m^2 . Fez-se uma análise comparativa do modelo TL e o modelo AEAN nos três ambientes.

A figura 1 mostra a comparação das medidas de potência colhidas em um intervalo de 30 segundos durante o teste de mobilidade. Em 1(a) são ilustrados os setores do gráfico onde cada modelo obteve melhor resultado.

Para generalizar os resultados e comparar os modelos de previsão de forma mais precisa. Uma análise mais detalhada foi realizada aplicando-se a forma da diferença do erro dos quadrados mínimos a uma amostragem de medidas colhidas no intervalo de uma hora nos três ambientes de teste segue na tabela 1 a seguir.

Observou-se na tabela 1 que o erro do modelo proposto na análise da potência foi menor nos casos LOS e NLOS, porém, o erro no AEAN foi maior na mobilidade devido o fato da convergência do TL ser mais rápida quando o valor de α varia abruptamente. Nas previsões de qualidade do enlace o modelo mostrou superioridade em todos os resultados.

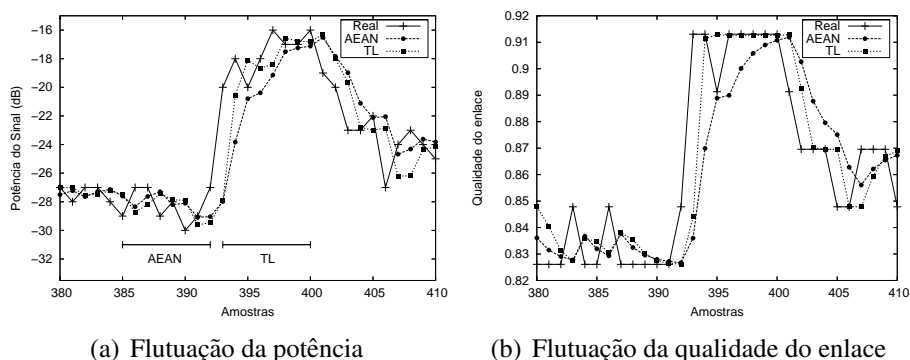


Figura 1. Análise Comparativa

Tabela 1. Análise da diferença dos quadrados mínimos

	modelo	mobility	LOS	NLOS
potência do sinal	Model	3.205048770	3.630953116	3.329427908
	TL	1.939613290	32.063906250	3.988009000
qualidade do enlace	Model	0.000000753	0.000984328	0.000050041
	TL	0.000070510	0.002898746	0.000141139

4. Conclusões e Trabalhos Futuros

Este trabalho apresentou um modelo baseado em séries temporais para a previsão em tempo real do comportamento do canal em WLANs IEEE 802.11. O algoritmo apresentado utiliza a definição de alisamento exponencial simples e adaptativo para implementar a idéia da aplicação. Foram avaliados os indicadores de potência do sinal e qualidade do enlace como parâmetros para a qualidade da comunicação no meio sem fio. O algoritmo mostrou ser eficiente quando comparado ao modelo adaptativo de TL, além da simplicidade e baixo esforço computacional. Essa característica torna possível disponibilizar o algoritmo para execução em dispositivos móveis que pertençam a uma ampla variedade de tecnologias sem fio.

Como trabalhos futuros pretende-se avaliar novos cenários móveis de testes com tráfego multi-variado sendo gerado em tempo real. Outra análise a ser implementada será um modelo de previsão baseado na análise espectral com o uso de transformadas de wavelets.

Referências

- Couto, R. R. R. and Loureiro, A. (2005). Monitoramento de eventos em redes sem fio utilizando ewma e wavelets. In *SBRC 2005*.
- Fontes, A. A. M. F. and Rezende, J. F. (2004). Proposta e avaliação de um esquema de controle de potência com memória em redes ad hoc 802.11. In *SBRC2004*.
- IEEE (1999). *Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications, IEEE 802.11 standard*.
- Morettin, P. A. and Tolo, C. M. C. (2004). *Análise de Séries Temporais*. BLÜCHER.
- Trigg, D. W. and Leach, A. G. (1967). Exponential smoothing with an adaptive response rate. (1):53–59.